Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC)

Moritz Strübe, Rainer Müller
(Lehrstuhl Informatik 4)

FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

Sommersemester 2014

Inhalt

Terminal - historisches (etwas vereinfacht)

- Als die Computer noch größer waren:

[1]

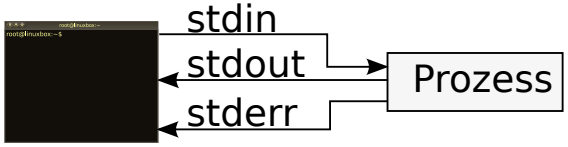
- Als das Internet noch langsam war:

- Farben, Positionssprünge, etc werden durch spezielle Zeichenfolgen ermöglicht

[1] Televideo 925

Terminal - Funktionsweise

- Drei Kanäle:



- `stdin` Eingaben
- `stdout` Ausgaben
- `stderr` Fehlermeldungen

Terminal - stdout und stderr

- Beispiel `stdout` und `stderr`
  - Ausgabe in eine Datei schreiben

```
1 find . > ordner.txt
```

  - Vor allem unter Linux wird `stdout` häufig direkt mit `stdin` anderer Programme verbunden

```
1 cat ordner.txt | grep tmp | wc -l
```

- Vorteil von `stderr`:

⇒ Fehlermeldungen werden weiterhin am Terminal ausgegeben

Die Shell

- Wichtige Komandos
  - `cd` (change directory) Wechseln in ein Verzeichnis

```
1 cd /proj/i4spic/<login>/aufgabeX
```

  - `ls` (list directory) Verzeichnisinhalt auflisten

```
1 ls
```

  - `cp` (copy) Datei kopieren

```
1 cp /proj/i4spic/pub/aufgabeX/vorgabe.h /proj/i4spic/<login>/↙
    ↳ aufgabeX
2 # oder
3 cd /proj/i4spic/<login>/aufgabeX
4 cp /proj/i4spic/pub/aufgabeX/vorgabe.h .
```

  - `rm` (remove) Löschen

```
1 rm test1.c
2 # Ordner mit allen Dateien löschen
3 rm -r aufgabe1
```

Programme beenden

- Per Signal: `CTRL-C` (Kann vom Programm ignoriert werden)
- Von einer anderen Konsole aus: `killall cworld` beendet alle Programme mit dem Namen "cworld"
- Von der selben Konsole aus:
  - `CTRL-Z` hält den aktuell laufenden Prozess an
  - `killall cworld` beendet alle Programme mit dem namen `cworld`

    ⇒ Programme anderer Benutzer dürfen nicht beendet werden
  - `fg` setzt den angehaltenen Prozess fort
- Wenn nichts mehr hilft: `killall -9 cworld`

Arbeitsumgebung

- Unter Linux:
  - Kate, gedit, Eclipse cdt, Vim, Emacs, ...
- Zugriff aus der Windows-Umgebung über SSH (nur Terminalfenster)
  - Editor unter Linux via SSH:
    - mcedit, nano, emacs, vim
  - Editor unter Windows:

    ⇒ Dateizugriff über das Netzwerk
    - AVR-Studio ohne Projekt
    - Notepad++
  - Übersetzen und Test unter Linux (z.B. via Putty)
- Emulation der Linux-Umgebung unter Windows für daheim:
  - Code::Blocks: IDE mit vorkonfiguriertem MinGW/gcc (Support im Forum)
  - Notepad++ und NppFTP (erlaubt das editieren der Dateien im CIP)

    ⇒ Siehe auch "Linux-Anleitung" in der Dokumentation
  - Wichtig: Auf jeden Fall auch (per SSH) im CIP testen!

Übersetzen

- Wir Testen die Abgaben mit:

```
1 gcc -pedantic -Wall -Werror -std=c99 -D_XOPEN_SOURCE=500 -o ↙
      ↳ printdir printdir.c
```

- spezielle Aufrufoptionen des Compilers
  - `-pedantic` liefert Warnungen in allen Fällen, die nicht 100% dem verwendeten C-Standard entsprechen
  - `-Wall` Warnt vor möglichen Fehlern (z.B.: `if(x = 7)`)
- diese Optionen führen zwar oft zu nervenden Warnungen, helfen aber auch dabei, Fehler schnell zu erkennen.
- `-std=c99` Setzt verwendeten Standard auf C99
- `-Werror` wandelt Warnungen in Fehler um
- `-D_XOPEN_SOURCE=500` Fügt unter anderem die POSIX Erweiterungen hinzu die in C99 nicht enthalten sind
- `-o print` Die Ausgabe wird in die Datei print geschrieben. Standardwert: `a.out`

Manual Pages

- Das Linux-Hilfesystem
- aufgeteilt nach verschiedenen Sections
  1. Kommandos
  2. Systemaufrufe
  3. Bibliotheksfunktionen
  5. Dateiformate (spezielle Datenstrukturen, etc.)
  7. verschiedenes (z.B. Terminaltreiber, IP, . . .)
- man-Pages werden normalerweise mit der Section zitiert: `printf(3)`

```
1 # man [section] Begriff
2 man 3 printf
```

- Suche nach Sections: `man -f Begriff`
- Suche von man-Pages zu einem Stichwort: `man -k Stichwort`
- Alternativ: Webseiten, z.B. `http://die.net`

Fehlerursachen

- Fehler können aus unterschiedlichsten Gründen im Programm auftreten
  - Systemressourcen erschöpft
    ⇒ `malloc(3)` schlägt fehl
  - Fehlerhafte Benutzereingaben (z.B. nicht existierende Datei)
    ⇒ `fopen(3)` schlägt fehl
  - Transiente Fehler (z.B. nicht erreichbarer Server)
    ⇒ `connect(2)` schlägt fehl

Fehlerbehandlung

- Gute Software erkennt Fehler, führt eine angebrachte Behandlung durch und gibt eine aussagekräftige Fehlermeldung aus
- Kann das Programm trotz des Fehlers sinnvoll weiterlaufen?
- Beispiel 1: Ermittlung des Hostnamens zu einer IP-Adresse für Log
  ⇒ Fehlerbehandlung: IP-Adresse im Log eintragen, Programm läuft weiter
- Beispiel 2: Öffnen einer zu kopierenden Datei schlägt fehl
  ⇒ Fehlerbehandlung: Kopieren nicht möglich, Programm beenden
  ⇒ Oder den Kopiervorgang bei der nächsten Datei fortsetzen
  ⇒ Entscheidung liegt beim Softwareentwickler

Fehler in Bibliotheksfunktionen

- Fehler treten häufig in Funktionen der C-Bibliothek auf
  - erkennbar i.d.R. am Rückgabewert (Manpage!)
- Die Fehlerursache wird meist über die globale Variable `errno` übermittelt
  - Bekanntmachung im Programm durch Einbinden von `errno.h`
  - Bibliotheksfunktionen setzen errno nur im Fehlerfall
  - Fehlercodes sind immer >0
  - Fehlercode für jeden möglichen Fehler (siehe `errno(3)`)
- Fehlercodes können mit `perror(3)` und `strerror(3)` ausgegeben bzw. in lesbare Strings umgewandelt werden

```
1  char *mem = malloc(...); /* malloc gibt im Fehlerfall */
2  if(NULL == mem) {        /* NULL zurück */
3          fprintf(stderr, "%s:%d: malloc failed with reason: %s\n",
4                          __FILE__, __LINE__-3, strerror(errno));
5          perror("malloc"); /* Alternative zu strerror + fprintf */
6          exit(EXIT_FAILURE); /* Programm mit Fehlercode beenden */
7  }
```

Erweiterte Fehlerbehandlung

- Signalisierung von Fehlern normalerweise durch Rückgabewert
- Nicht bei allen Funktionen möglich, z.B. `getchar(3)`

```
1  int c;
2  while ((c=getchar()) != EOF) { ... }
3  /* EOF oder Fehler? */
```

- Rückgabewert `EOF` sowohl im Fehlerfall als auch bei `End-of-File`
- Erkennung im Fall von I/O-Streams mit `ferror(3)` und `feof(3)`

```
1  int c;
2  while ((c=getchar()) != EOF) { ... }
3  /* EOF oder Fehler? */
4  if(ferror(stdin)) {
5          /* Fehler */
6          ...
7  }
```

Hinweise zu Aufgabe 6

- `malloc()`

```
1  void *malloc(size_t size);
2  void free(void *ptr);
```

  - `malloc()` reserviert mindestens `size` Byte Speicher
  - Der Speicher muss mit `free` wieder freigegeben werden
- Was ist ein Segfault

⇒ Zugriff auf Speicher der dem Prozess nicht zugeordnet ist
≠ Speicher der reserviert ist